

## 投球シーンにおけるボールの画像解析

## Ball Movement Analysis in Pitching Scene by Image Processing

小関泰広\*  
Yasuhiro Koseki

子安大士†  
Hiroshi Koyasu

前川仁†  
Hitoshi Maekawa

## 1 まえがき

様々なスポーツ競技者にとって、それぞれのスポーツ独自の技術やプレイの再現性を向上させる事は最も必要な事であり、多様なアプローチからの研究がなされている。例えば、筋電図を用いた筋繊維を収縮させるための中枢からの命令状況を読み取る研究や、床反力を用いた動作中の選手の重心の移動の研究等が挙げられる [5]。

本研究では実際のスポーツシーンから球技スポーツにおけるボールの挙動に着目し、特に野球の打撃動作や投球動作等の技術の再現性、ボールの挙動と人の感覚のつながりを解明するための最初のステップとしてボールの回転を解析する。

## 2 野球におけるボールの回転

野球においてボールのキレ、球威、球質、伸びといった人間の感覚による判断は、ボールの回転と関係していると考えられている。このような感覚的判断の主要な原因はボールの回転数と回転軸であるとされている [6]。しかし、ボールの挙動の計測は、風洞実験やコンピュータシミュレーションでしか行われていない。そのため、実際のスポーツシーンとかけ離れた状況での実験である事や、計算量の膨大さ、データ入手の手軽さ、信憑性等の問題がある。そこで、本研究では実際のスポーツシーン画像からボールの回転を解析する事を目的とする。

ボールは投手リリース後からバットにインパクトするまでに0から20回転する。この間の回転数や、回転軸の変化がボールの挙動や人の感覚に対してどのような影響を与えるかが重要であると考えられる。つまり、ボールの回転を解析する事で同じ球種でも回転数の差による打者からのボールの見た目、手応えの変化や、回転軸の変化による差が分かり、そして投手は自分の投げているボールの定量的なデータを自分の投球シーン画像から確認出来れば、技術の上達や調整に有効利用出来ると期待される。

## 3 野球の投球シーン画像の処理

## 3.1 撮影環境

捕手をホームベース後方に通常の試合と同様に座らせて、投手が投球を行う。ボールは硬式用野球ボールをマジックで分割して使用した。高速度カメラを使用し、撮影した。カメラはピッチャーマウンド後方約5メートル、レンズの高さを地面から約1メートルに設定した。被験者である投手にはあらかじめ実験について説明している。投球シーン1(図1参照)で使用したカメラは250fpsでボールは4分割に色分けしてある。投球シーン2(図1参照)で使用したカメラは1000fpsでボールはラインパターンにより8分割している。

## 3.2 画像の鮮明化

実験データは高速度カメラで撮影されたデータであるため、画像全体が若干暗くなっている。加えて屋外で撮影されたので日光の当たり具合の影響を受けていて、明度のバラツキがある。そこで、画像全体を鮮明化する。画像の各画素ごとのRGBそれぞれの値をガンマ補正する事で画像全体の明度を調整した。この時のガンマ値は手動で設定した。

## 3.3 ボールの抽出

投球シーン画像からボールを抽出し、不必要な背景情報を除去するために背景差分を用いた。また、背景差分を用いた画像からボールに注目し、投球されたボールの回転を求めるために、リリース直後からボールの軌道が映る領域を選択し拡大した。

## 3.4 特徴点の抽出・追跡

2枚の画像間の特徴点を追跡するために、金出らによるLucas-Kanade (LK) アルゴリズム [3] を利用した。投球シーンの画像からコーナー検出により特徴点を求めて、その特徴点が次フレームのどの点に対応するかを前述のLK アルゴリズムを用いて追跡処理をした。

\*埼玉大学大学院理工学研究科数理電子情報系専攻  
†埼玉大学大学院理工学研究科数理電子情報部門

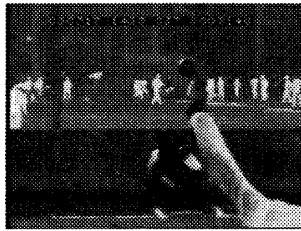


図 1: 投球シーン 1



図 2: 投球シーン 2



図 5: カーブ

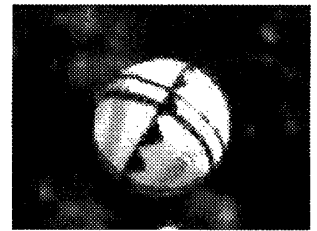


図 6: フォーク

表 1: 回転軸  $\vec{c}$  と回転角度  $\theta$

画像内容	回転軸 $\vec{c}$	回転角度 $\theta$
チェンジアップ	(0.184, 0.279, -0.942)	24.1°
ストレート	(0.289, 0.264, 0.919)	85.5°
カーブ	(0.026, 0.302, 0.952)	22.1°
フォーク	(0.125, 0.129, 0.983)	25.2°

### 3.5 投球されたボールの回転検出

撮影した投球シーン画像のボールの回転を検出するために、抽出した特徴点の追跡データから3次元形状を復元する手法として金谷らによる因子分解法 [1] を用いる。これは各フレームの物体の重心の並進ベクトルと回転行列を出力する。

## 4 結果

投球シーンにおけるボールの特徴点の抽出は数球種について行った。図3がチェンジアップ、図4がストレート、図5がカーブ、図6がフォークである。チェンジアップは図1と同様の撮影環境で、ストレート、カーブ、フォークは図2と同様の撮影環境である。この特徴点の追跡データを利用して因子分解法を用いてボールの回転行列を求めた。その回転行列からボールの回転軸とその周りのフレーム間での回転角度を求めたものを表1に示す。ボールの回転軸  $\vec{c}$  は画像平面の垂直方向を  $x$  軸、水平方向を  $y$  軸、光軸方向を  $z$  軸方向とする。そしてその回転軸を方向余弦とし、左回りを正とする回転角度を  $\theta$  とする。有効数字は3桁としている。

## 5 考察・まとめ

本研究では、球技スポーツの中で特に野球の投球シーンのボールの挙動に着目し、それに伴う野球での技術の再現性の解明と向上を目標とした。そこで最初のアップ

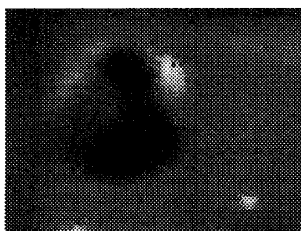


図 3: チェンジアップ

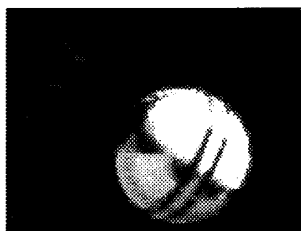


図 4: ストレート

ローチであるボールの回転を解析、検討するためにボールの特徴点を検出し、因子分解法を用いて回転軸とその周りのフレーム間の回転角度を検出した。表1の結果を画像から目視で推察出来るボールの挙動と比較、検討すると、回転数の多いストレートの回転数が実際よりも大きくなっているが、他の球種については妥当な結果である。そして、各球種とも回転軸についてはほぼ正しい結果が得られた。

回転数が正しく求められていない理由は特徴点の誤対応が考えられる。この誤対応は特にボールのエッジ付近や影の部分で多くおきている。そのため、回転数の検出の精度向上のためにはボールの影の部分やエッジ付近に抽出されている特徴点を上手く除去する事が必要だと考える。

## 謝辞

実験に用いた画像データは早稲田大学スポーツ科学部 彼末一之教授より提供して頂きました。

## 参考文献

- [1] 金谷健一, 菅谷保之: “因子分解法の完全レシピ”, 電子情報通信学会技術報告, PRMU2003-118, pp. 19-24, (2003-10).
- [2] 譲田賢治, 坪内貴之, 菅谷保之, 金谷健一: “移動ビデオカメラ画像からの運動物体の抽出”, 情報処理学会研究報告 2004-CVIM-143, pp. 41-48, (2004-3).
- [3] 深尾隆則, 金出武雄: “2段階特徴点追従アルゴリズム”, 情報処理学会研究報告 2003-CVIM-141, pp 103-110, (2003-11).
- [4] 菅谷保之, 金澤靖, 金谷健一: “エピ極線幾何学による2画像間の密な点対応の生成”, 情報処理学会研究報告 2005-CVIM-148, pp. 145-152, (2005-3)
- [5] 姫野龍太郎: “魔球をつくる”, 株式会社岩波書店, pp. 11-96, (2000-7).
- [6] 佐野真: “和田の一三〇キロ台はなぜ打ちにくい?”, 株式会社講談社, pp. 162-209, (2005-7).